

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

JP-A-3-264360

1. TITLE OF THE INVENTION

INK-JET RECORDING HEAD

2. WHAT IS CLAIMED IS:

An ink-jet recording head provided with plural nozzles, plural ink chambers respectively communicating with the nozzle and plural piezoelectric actuators which can respectively compress the ink chamber, wherein:

each piezoelectric actuator is formed by alternately laminating an electrode and piezoelectric material; and

piezoelectric horizontal displacement effect in which the piezoelectric material is displaced in a direction parallel to the surface of the electrode when voltage is applied is utilized.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-264360

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月25日

B 41 J 2/045  
2/0559012-2C B 41 J 3/04 1 0 3 A  
審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 インクジェット記録ヘッド

⑯ 特 願 平2-65269

⑰ 出 願 平2(1990)3月15日

⑱ 発 明 者 久 保 田 浩 司 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑲ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑳ 代 理 人 弁理士 川口 義雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

インクジェット記録ヘッド

## 2. 特許請求の範囲

複数のノズルと、該ノズルにそれぞれ連通した複数のインク室と、該インク室をそれぞれ圧縮可能な複数の圧電アクチュエータとを備えたインクジェット記録ヘッドであって、前記各圧電アクチュエータは電極と圧電体とを交互に積層して構成されており、電圧が印加されると電極面に平行な方向に変位する圧電機変位効果を利用していることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

## 3. 発明の詳細な説明

## [産業上の利用分野]

本発明は、インクジェット記録ヘッドに関する。

## [従来の技術]

ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ等の電子機器の出力装置としてプリンタがあり、このプリンタに用いられるヘッドの1つとしてインクジェット記録ヘッドが知られている。

第9図は従来のインクジェット記録ヘッドの断面図を示す。

同図において、支持台11の支持部11aには単層の圧電体12の基部が取り付けられている。この圧電体12の上面及び下面には電極13及び14がそれぞれ設けられており、これらの圧電体12と電極13及び14によって圧電アクチュエータ15が構成されている。

支持台11上にはインク室16を内部に有するインク室ブロック17が設けられており、インク室16内には、圧電アクチュエータ15の先端部15aが挿入されている。

インク室ブロック17の側面にインク室16に連通するノズル18を有するオリフィスプレート19が設けられており、以上でインクジェット記録ヘッドが構成される。

外部の図示しない駆動回路から電極13及び14間に電圧が印加されると圧電体12は横方向に縮み、次に電圧が解除されると復元する。これにより圧電アクチュエータ15の先端部15aがインク室16の

容積を減少させる。インク室16の内部のインクは、その圧縮を受けて、ノズル18から噴射され、用紙等の上に印字が行われる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述した従来のインクジェット記録ヘッドでは、圧電体12が単層である。このため、所定の変位量及び機械強度を得るためには、圧電体を厚い長尺状にしかつ印加される電圧を高電圧にしなければならない。

さらにこの種の記録ヘッドを用いてマルチノズル型の記録ヘッドを製作する場合、複数の圧電アクチュエータ15を、個別に支持台11上及びインク室ブロック17のインク室16に挿着しなければならず、ノズル部だけを高密度に集積してもノズル数が増加するにつれて圧電素子の装着が困難になり、記録ヘッド全体が大きくなり、工程が複雑になる。

従って本発明の目的は、小型であり、低電圧で作動し、かつ製作が容易なインクジェット記録ヘッドを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

一実施例を示す斜視図である。

同図において、支持台21の支持部22に圧電アクチュエータ23の基部が取り付けられており、支持台21の前部にはインク室ブロック24が取り付けられている。圧電アクチュエータ23には、その前方に複数の（本実施例では3つの）歯部23a、23b、23cが設けられている。これらの歯部23a、23b、23cは、インク室ブロック24の3つの溝穴（25a、25b、25c（第3図））にそれぞれ挿入されて各インク室（30a、30b、30c（第3図））が形成される。支持台21及びインク室ブロック24の前部にはオリフィスプレート26が接合されており、インクパス27がインク室ブロック24の上面に取り付けられている。

インクパス27には1つのインク注入孔28が設けられており、このインク注入孔28がインク室ブロック24内の3つの溝穴25a、25b、25c、即ち3つのインク室に連通している。3つのインク室はまたオリフィスプレート26の3つのノズル29a、29b、29cにそれぞれ連通している。

上述の目的は本発明によれば、複数のノズルと、ノズルにそれぞれ連通した複数のインク室と、インク室をそれぞれ圧縮可能な複数の圧電アクチュエータとを備えたインクジェット記録ヘッドであって、各圧電アクチュエータは電極と圧電体とを交互に積層して構成されており、電圧が印加されると電極面に平行な方向に変位する圧電横変位効果を利用していることにより達成される。

〔作用〕

電極と交互に厚さ方向に積層された圧電アクチュエータに電圧が印加されると圧電横変位効果により圧電体が電極面に平行な方向に変位する。圧電アクチュエータに印加された電圧が解除されると復元する。これによりインク室が圧縮されインク室内に圧力が発生し、ノズルを介してインクが噴射され、用紙等に印字される。

〔実施例〕

以下本発明のインクジェット記録ヘッドを実施例により詳細に説明する。

第1図は本発明のインクジェット記録ヘッドの

圧電アクチュエータ23の各歯部の電極は図示しない外部の駆動回路に接続されている。なお、駆動回路は圧電アクチュエータ23の上に載置されていてもよい。

インク注入孔28から注入されたインクは各インク室に蓄えられる。圧電アクチュエータ23が作動すると、オリフィスプレート26の3つのノズル29a、29b、29cからインクが噴射され、印字がなされる。

第2図は第1図に示した圧電アクチュエータ23の斜視図である。

同図に示すように圧電アクチュエータ23は、板状の導電体層と圧電体層とを互いに交互に積層し、2つの溝が設けられて歯状に加工した一体構造となっており圧電効果を利用した積層圧電横変位効果素子の一種である。

ここで圧電横変位効果を利用した圧電横変位効果素子を複数枚積層したものを積層圧電横変位効果素子と定義する。圧電横変位効果とは、厚さTの圧電体の両面に電圧が印加されるとPで示す如

くこの厚さT方向に分極されて、矢印D1、D2に示す如く電極に平行な方向、即ち長さ方向に変位することである(第4図)。

導電体層には長さが互いに異なる2種類のものが用いられており、短い導電体層と長い導電体層とが交互に圧電体層を挟んで積層されている。導電体層は2つの溝によって圧電体層とともに分断されるので、短い導電体層は3つのそれぞれ独立した長尺状に分断され、長い導電体層は歯状に形成される。3つの独立した部分はそれぞれ信号電極33a、33b、33cとして用いられ、歯状の部分は共通電極34a、34b、34c(例えばGND(グランド)電極)として用いられる。

各層の3つの信号電極33a、33b、33cは圧電アクチュエータ23の前面において無電解メッキによって形成された接続層でそれぞれ歯部23a、23b、23c毎に共通に接続されている。

各層の共通電極34a、34b、34cは圧電アクチュエータ23の後部において無電解メッキによって形成された接続層でそれぞれ互いに共通に接続さ

れている。これら共通電極34a、34b、34cと信号電極33a、33b、33cとは図示しない駆動回路に接続されている。

なお、信号電極33a、33b、33cの前面には樹脂等でコーティングされていてもよい。

このような圧電アクチュエータ23の製造方法について説明する。

まず、圧電材としての圧電セラミック材料の粉末、有機バインダ、可塑性などからなるグリーンシートと、互いに長さの異なる長短2種類の導電体層とが圧電アクチュエータ23の厚さになるまで夫々交互に積層される。圧電セラミックの材料には好ましくはPZT(ジルコンチタン酸鉛)が用いられる。

短い導電体層の長さは歯部23a、23b、23cの長さ、即ち溝の長さにはほぼ等しく、歯部23a、23b、23cとなる部分において一端が圧電アクチュエータ23の前面に露出するように積層される。

長い導電体層の長さはほぼ圧電アクチュエータ23の長さよりやや短く、歯部23a、23b、23cの

前面には露出せず圧電アクチュエータ23の後部には露出するように積層される。

このグリーンシートと導電体層との積層体が焼成することにより硬化される。

次に硬化された積層体の表面に無電解メッキによる接続層を形成する。これにより各導電体層が接続される。

次いで表面に無電解メッキされた積層体はダイシングソーによって2つの溝が施され、歯状に形成される。

なお、積層体はダイシングソーで切削加工が行われるがレーザで加工してもよく、焼成前にプレス、射出成型等を施してもよい。

そして歯状に形成された積層体の表面をホットエッチングによって両側面の接続層を除去するとともに上面及び下面に駆動回路と各導電体層とを接続するための配線パターン35a、35b、35cを形成する。

このようにして形成された圧電アクチュエータ23は、外部の図示しない制御回路より駆動回路を

介して共通電極34a、34b、34cと3つのいずれかの信号電極33a、33b、33c(図では信号電極33a)とに信号電圧Vが印加される。信号電圧Vが印加されと対応する圧電アクチュエータ23の歯部23a、23b、23c(図では23a)が圧電横変位効果により図中矢印A方向に変位した後、電圧が解除されると復元するように構成されている。

なお、本実施例においては歯部の数は3つであるがこれに限定されるものではなく、ノズルの数と共に増減してもよい。

第3図は第1図のインク室ブロック24と圧電アクチュエータ23との関係を説明するための説明図である。

同図において、インク室ブロック24には3つのインク室30a、30b、30cとインク室ブロック24の内部で連通しているインク供給路31とが設けられている。

インク室ブロック24の3つの溝穴25a、25b、25cには圧電アクチュエータ23の歯部23a、23b、23cの先端部分がそれぞれ挿入されており、これ

らの歯部23a、23b、23cと溝穴25a、25b、25cとオリフィスプレート26とでインク室30a、30b、30cが形成される。

なお、本実施例では圧電アクチュエータ23の歯部23a、23b、23cの先端部でインク室30a、30b、30cの内壁を形成しているが、これに限らずピストンとなる部材でインク室30a、30b、30cの内壁を形成し、このピストンを歯部23a、23b、23cで押圧してもよい。

さらに、インク室30a、30b、30cは金属板のインク室ブロック24中に設ける場合、円形以外の形状の微小精密加工は困難である。しかし複数のノズルの間隔を縮めることができないので、例えば珪酸塩ガラスなどの感光性ガラス（例えばHOYA感光性ガラスPEG3）にエッチングを施すことで形成される。

第5図は第1図に示したインクジェット記録ヘッドの組み立てを説明する側面図である。

同図において支持台21の支持部22に取り付けられた圧電アクチュエータ23の歯部23a、23b、23

cの先端がインク室ブロック24のインク室30a、30b、30cの一内壁を構成している。インク室ブロック24の上にインクパス27が接合されており、そのインク注入孔28はインク室30a、30b、30cに連通している。このように構成された支持部22とインク室ブロック24との前面にオリフィスプレート26が取り付けられる。オリフィスプレート26にはテーパ状のノズル29a、29b、29cが設けられておりインク室30a、30b、30cに連通している。

オリフィスプレート26はエレクトロフォーミング技術を用いることにより形成することができる。

エレクトロフォーミング技術とはメッキを利用した精密加工技術である。第6図のエレクトロフォーミング技術の説明図に示すようにベース部材にレジスト32を塗布し、ホトリソグラフィ技術によりノズルとなる部分を残し、次にそのレジストの周辺を覆うように全体にメッキ（例えばNi（ニッケル））を施す（同図（A））。メッキを施した後、レジストを洗い落し、ベース部材から

剥がすことにより得られる（同図（B））。なお、Si（シリコン）ウェハをオリフィスプレート26として、これにエッチングを施してノズル29を形成してもよい。

次に本実施例のインクジェット記録ヘッドの動作について説明する。

駆動回路から圧電アクチュエータ23の各信号電極33a、33b、33cに信号電圧が印加されると、圧電体層が圧電横変位効果により電極面に平行な方向（長さ方向）に収縮する。このときインク供給口よりインクが流入し、次に電圧を解除すると圧電アクチュエータ23の元の長さに復元する。これによりあらかじめインク室ブロック24内のインク室30a、30b、30cの一内壁を構成する歯部23a、23b、23cが変位してインク室30a、30b、30cを圧縮する。

このため、インク室30a、30b、30cに圧力が発生して、インク室30a、30b、30cに連通するノズル29a、29b、29cから噴射され印字が行われる。

なお、第2図の圧電アクチュエータ23の横方向（同図中矢印A方向）の変位量 $\Delta l$ は、

$$\Delta l = \frac{L}{T} \times d_{31} \times V \cdots (1)$$

から求めることができる。

この第（1）式において長さLを10mm、一層の厚さTを50 $\mu$ m、印加電圧Vを50V、圧電横変位効果定数を $d_{31}$ とすると、 $\Delta l = 3 \times 10^{-6}$ mとなる。

圧電アクチュエータの歯部23aとインク室30aの寸法が第7図の如く設定されているとする。

同図はインク室付近を表わしている。ノズルピッチを300 $\mu$ m、歯部23aの変位を $\Delta l$ とするとインク室30aの容積変位 $\Delta v$ は、500 $\mu$ m $\times$ 200 $\mu$ m $\times$  $\Delta l$ となる。歯部23aの変位 $\Delta l$ を $2 \times 10^{-6}$ mとするとインク室30aの容積変位 $\Delta v$ は $2 \times 10^{-13}$ m<sup>3</sup>となる。

これは例えば半径20 $\mu$ mのインク球体積 $3.2 \times 10^{-14}$ m<sup>3</sup>と比較して十分大きく滴噴射可能であ

る。つまり、上記の寸法をとれば、ノズルピッチは従来の1 mmに比べて十分に小さい300  $\mu$ m以下にすることも可能になり、印字を高密度化できる。

さらに圧電アクチュエータ23の歯部23a、23b、23cの長さも短縮することができる。

第8図は本発明における圧電横変位効果を説明するための圧電横変位効果と圧電縦変位効果との比較説明図である。

同図において両面に電極が設けられた厚さTの圧電体に電圧Vが印加されているとする。この場合に電極面に垂直な方向、即ち縦方向に変位すると共に電極に平行な方向、即ち横方向にも変位する。

横効果定数を $d_{31}$ とすると横方向の変位量 $\Delta l$ は、第(1)式より求められ、縦効果定数を $d_{33}$ とすると縦方向の変位量 $\Delta t$ は、

$$\Delta t = d_{33} \times V \cdots (2)$$

となるので寸法変位を大きくとりたい場合、圧電縦変位効果を利用した圧電縦変位効果素子の場合

は電圧Vを大きくするか、圧電体を積層するしか方法がないが、圧電横変位効果素子の場合には圧電体素子の長さsを長くして、厚さTを薄くすれば寸法変位を大きくすることができるという利点がある。

このように、圧電横変位効果を利用した圧電体層を積層した圧電アクチュエータを用いることにより、圧電アクチュエータを小型化することができ、所定の変位量及び機械強度を得ることができ、個別に製作する工程が省け、しかも低電圧で動作することができる。さらに、インク室は圧電体層アクチュエータにより個別に押圧されるのでクロストークを回避することもできる。

#### 〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば複数のノズルと、ノズルにそれぞれ連通した複数のインク室と、インク室をそれぞれ圧縮可能な複数の圧電アクチュエータとを備えたインクジェット記録ヘッドであって、各圧電アクチュエータは電極と圧電体層とを交互に積層して構成されており、

電圧が印加されると電極面に平行な方向に変位する圧電横変位効果を利用していることで、所定の変位量及び機械強度が得られ、小型であり、組み立て工程数が少なく、かつ低電圧で動作できるインクジェット記録ヘッドを製作することができる。

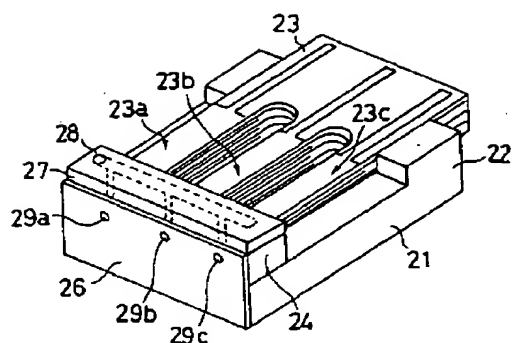
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のインクジェット記録ヘッドの一実施例を示す斜視図、第2図は第1図に示した圧電アクチュエータの斜視図、第3図は第1図のインク室ブロックと圧電アクチュエータとの関係を説明するための説明図、第4図は圧電横変位効果を説明するための説明図、第5図は第1図に示した同記録ヘッドの組み立てを説明する側面図、第6図はエレクトロフォーミング技術の説明図、第7図はインク室付近を表わす図、第8図は本発明において圧電横変位効果を説明するための圧電横変位効果と圧電縦変位効果との比較説明図、第9図はインクジェット記録ヘッドの従来例を示す断面図である。

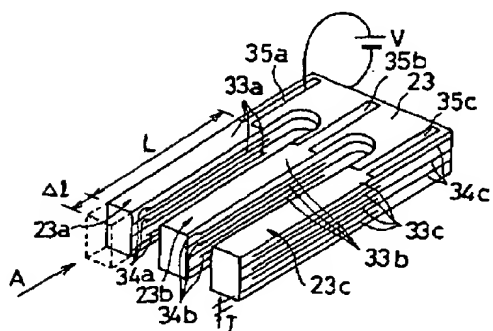
21……支持台、22……支持部、23……圧電アク

チュエータ、23a、23b、23c……歯部、24……インク室ブロック、25a、25b、25c……溝穴、26……オリフィスプレート、27……インクパス、28……ノズル、30a、30b、30c……インク室、33a、33b、33c……信号電極、34a、34b、34c……共通電極、35a、35b、35c……配線パターン。

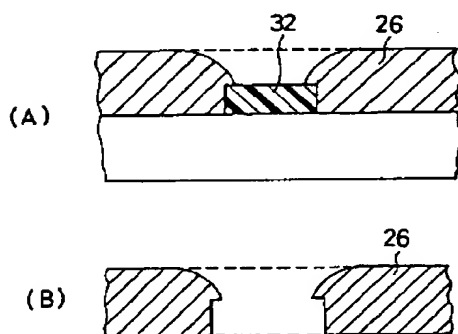
出願人 (504)シャープ株式会社  
代理人 弁理士 川口 義雄  
代理人 弁理士 中村 至  
代理人 弁理士 船山 武



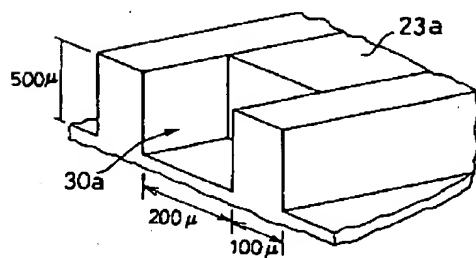
第 1 図



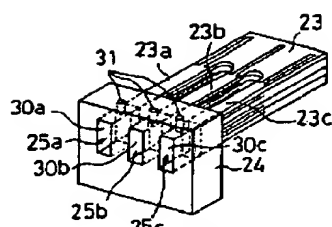
第 2 図



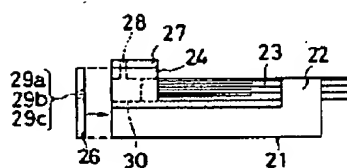
第 6 図



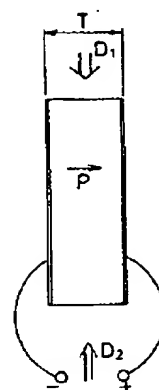
第 7 図



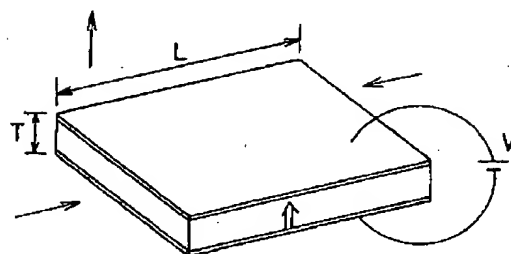
第 3 図



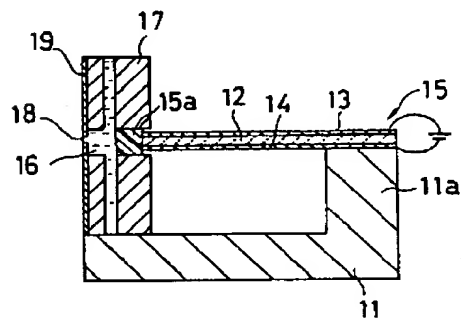
第 5 図



第 4 図



第 8 図



第 9 図